

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月17日
Date of Application:

出願番号 特願2002-365567
Application Number:

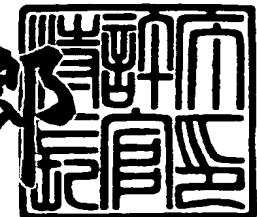
[ST. 10/C] : [JP2002-365567]

出願人 日本航空電子工業株式会社
Applicant(s):

2003年7月8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一



出証番号 出証特2003-3054131

【書類名】 特許願

【整理番号】 JAE02N7035

【提出日】 平成14年12月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本航空電子工業株式会社内

【氏名】 則松 俊英

【特許出願人】

【識別番号】 000231073

【氏名又は名称】 日本航空電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066153

【弁理士】

【氏名又は名称】 草野 卓

【選任した代理人】

【識別番号】 100100642

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲垣 稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002897

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708750

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 永久磁石と、
その永久磁石の作る磁場内に位置された回動体と、
その回動体を回動自在に支持するトーションヒンジと、
互いに対向配置された可動歫歫電極と固定歫歫電極とよりなる静電アクチュエータと、
その静電アクチュエータにより、上記トーションヒンジがなす回動軸と垂直方向に駆動されて、上記永久磁石と回動体との間に出入りする移動体とよりなり、
上記回動体及び移動体は強磁性を有し、
上記移動体が駆動されて上記回動体に近づくことにより、それら回動体と移動体との間に生じる斥力によって上記回動体が回動する構造とされていることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気アクチュエータにおいて、
上記回動体及び移動体は共に基体と、その基体表面に形成された強磁性体膜と
よりなることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【請求項 3】 請求項 2 記載の磁気アクチュエータにおいて、
上記強磁性体膜は上記基体上に枠状をなすように形成されていることを特徴とする
磁気アクチュエータ。

【請求項 4】 請求項 3 記載の磁気アクチュエータにおいて、
上記枠状をなす強磁性体膜はその枠の一部が分断されていることを特徴とする
磁気アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は光スキャナ等に使用することができる磁気アクチュエータに関する

。

【0002】

【従来の技術】

図11及び12はこの種の用途に使用されるアクチュエータの従来構成の一例として、シリコンマイクロマシニング技術を用いて作製されたアクチュエータを示したものであり、枠体11と、その枠内に位置する可動板12と、その可動板12を枠体11に支持する一対のトーションヒンジ13がシリコンのエッティングによって一体形成されている。

枠体11はスペーサ14を介して基板15上に搭載され、基板15の可動板12と対向する部分には一対の固定電極16が形成されている。

可動板12は可動電極をなし、この可動板12と固定電極16との間に電圧を印加することにより、両者の間に静電力が働き、可動板12は固定電極16に静電吸引されて、一対のトーションヒンジ13がなす軸を中心に回動するものとなっている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】**【特許文献1】**

特開平6-180428号公報（図11, 12）

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、この図11及び12に示したような静電駆動方式のアクチュエータにおいては、可動板12の回動角度を増加させるに従い、必要な電圧が高くなり、つまり大きな回動角度（駆動角度）を得ようすると、非常に大きな駆動電圧が必要となる。

また、可動板12自体に電圧をかける構造のため、例えばチャージの移動によって動作不良等が生じる虞れがあり、信頼性の点で問題のあるものとなっていた。

この発明の目的はこのような問題に鑑み、低電圧駆動で大きな駆動角度を実現でき、かつ信頼性に優れた磁気アクチュエータを提供することにある。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

請求項1の発明によれば、永久磁石と、その永久磁石の作る磁場内に位置され

た回動体と、その回動体を回動自在に支持するトーションヒンジと、互いに対向配置された可動歫電極と固定歫電極とよりなる静電アクチュエータと、その静電アクチュエータによりトーションヒンジがなす回動軸と垂直方向に駆動され、永久磁石と回動体との間に出入りする移動体とよりなり、回動体及び移動体は強磁性を有し、移動体が駆動されて回動体に近づくことにより、それら回動体と移動体との間に生じる斥力によって回動体が回動する構造とされる。

【0006】

請求項2の発明では請求項1の発明において、回動体及び移動体は共に基体と、その基体表面に形成された強磁性体膜とよりなるものとされる。

請求項3の発明では請求項2の発明において、強磁性体膜は基体上に枠状をなすように形成されているものとされる。

請求項4の発明では請求項3の発明において、枠状をなす強磁性体膜はその枠の一部が分断されているものとされる。

【0007】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図面を参照して実施例により説明する。

図1はこの発明による磁気アクチュエータの一実施例を示したものであり、図2乃至5はこの磁気アクチュエータの動作原理を示したものである。まず、これら図2乃至5を参照して、この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明する。

図2に示したように永久磁石Mの作る磁場内のある位置（永久磁石M表面の磁界中心からずれ、かつ永久磁石Mと一定の距離、離れた位置）に十分薄く、水平方向（永久磁石M表面と平行方向）に十分な長さをもつ強磁性体Aを配置すると、図3上段に示したように磁場内に挿入直後に生じる強磁性体A内の局所的な磁気モーメントが水平方向に強め合って揃い、図3下段に示したように強磁性体Aは長手方向（水平方向）に磁気モーメントをもった双極体となる。

【0008】

この強磁性体Aに図4に示したように回動自在とする支点Sを設けると、支点Sを通る磁力線に平行となろうとする方向に力のモーメントがかかる（磁気トル

クが発生する）。強磁性体Aはこのモーメント、重力及び支点Sの抗力が釣り合う、例えば図4に示したような位置に静止する。

この状態の強磁性体Aと永久磁石Mとの間に入るよう、強磁性体Aと同様の強磁性体Bを図5に示したように強磁性体Aに近づけると、支点Sに近い位置において強磁性体A, Bは同極同士となり、よって斥力（磁気反発力）が生じ、この斥力によって強磁性体Aに回転モーメントが発生し、強磁性体Aは矢印で示した方向に回動する。

【0009】

強磁性体A, B間に生じる斥力は、強磁性体Bが強磁性体Aに近づくほど大きくなり、また近づくほど磁界も強くなることから強磁性体B内の磁束も強くなり、よって強磁性体Bが近づくほど強磁性体Aに生じる回転モーメントは大きくなつて、極めて回動角度（駆動角度）の大きい駆動が可能となる。

なお、上述した強磁性体A, Bは板状でも良いが、例えば図6に強磁性体Aについて例示したように枠状（リング状）とすることで、より水平方向に一様な磁化状態となり易いものとすることができる。

また、この場合、図6に示したように閉ループとせず、一部が切り欠かれて分断された形状とすることで、強磁性体A駆動時の磁場の変化による電流の発生を抑え、それに起因する磁場の乱れを抑制して動作を安定化させることができる。

【0010】

図7は上述したような動作原理によって動作する磁気アクチュエータを模式的に示したものであり、強磁性体A, Bは一部が分断された枠状とされて板P, Q上に配置されている。なお、図7中、Tは板Pを回動自在に支持するトーションヒンジを示す。

次に、この発明による磁気アクチュエータの具体的な構成を図1に示した実施例を参照して説明する。

回動体21はこの例では方形板状とされた基体22と、その基体22表面に形成された強磁性体膜23とよりなり、強磁性体膜23は枠状とされて、その枠の一部が分断されているものとされる。

【0011】

回動体21の一端側の両側面には互いに外向きに延伸されてなる一対のトーションヒンジ24が設けられており、回動体21はこれらトーションヒンジ24によって回動自在に支持されている。一対のトーションヒンジ24は基体22と一体形成されており、それらの他端は支持台25にそれぞれ連結支持されている。なお、支持台25はベース26上に位置されている。

ベース26は方形枠状とされて、その一辺の中央部が切り欠かれている形状とされ、この切り欠かれている部分に永久磁石27が位置されている。永久磁石27は直方体ブロック状とされて、内部の磁力線の方向が上下方向とされ、即ち回動体21と対向する上面がN極（もしくはS極）とされている。回動体21はこの永久磁石27が作る磁場内に位置されている。

【0012】

永久磁石27と回動体21との間に出入りするように駆動される移動体31は方形板状とされた基体32と、その基体32表面に形成された強磁性体膜33とよりなり、強磁性体膜33は回動体21の強磁性体膜23と同様、枠状とされて、その枠の一部が分断されているものとされる。なお、強磁性体膜33は図1に示したように移動体31の、回動体21と近接する前端側に配置されている。

移動体31の後端側の両側面には互いに外向きに延伸されてなる二対の支持ビーム34が設けられており、移動体31はこれら支持ビーム34を介してベース26上の基台35に支持されている。

【0013】

上記のように支持された移動体31は静電アクチュエータによって駆動されるものとされる。静電アクチュエータは互いに対向配置された可動歯電極36と固定歯電極37とよりなる構造とされ、可動歯電極36は移動体31の支持ビーム34が設けられている両側面にそれぞれ設けられ、これらと歯がかみ合うように一対の固定歯電極37が、その基部37aがベース26上に搭載されて配置されている。

上記のような構造において、移動体31の基体32、支持ビーム34、基台35及び可動歯電極36は、例えばシリコン基板をエッチングすることによって一体形成され、また固定歯電極37及び支持台25の下部25aもそのシリコ

ン基板と同じ基板からエッチング形成される。

【0014】

回動体21の基体22、トーションヒンジ24及び支持台25の上部25bは例えばポリシリコン膜によって一体形成され、強磁性体膜23、33は例えばニッケル膜とされる。また、ベース26もシリコン基板によって形成される。

なお、図1では図示を省略しているが、ベース26と支持台25、固定歯電極37の基部37a、基台35との各間には絶縁層として二酸化シリコン層が介在されており、支持台25の下部25aと上部25bの間にも二酸化シリコン層が介在されている。また、強磁性体膜23、33は共に二酸化シリコン層を介して基体22、32上に形成されている。

【0015】

上記のような構成とされた磁気アクチュエータにおいて、回動体21及び移動体31は前述のこの発明による磁気アクチュエータの動作原理説明における強磁性体A及び強磁性体Bと対応し、即ち可動歯電極36と固定歯電極37との間に電圧が印加されて、可動歯電極36が固定歯電極37に静電吸引され、それにより移動体31がトーションヒンジ24のなす回動軸と垂直方向に駆動されて、永久磁石27の作る磁場内に位置する回動体21に近づくことにより、それら回動体21と移動体31との間に生じる斥力によって回動体21が回動する構造とされている。

【0016】

このような構成とされた磁気アクチュエータによれば、移動体31を直線駆動（水平駆動）することで、回動体21の大きな駆動角度（回動角度）を得ることができ、また移動体31は歯型の静電アクチュエータによって駆動されるため、低電圧での駆動が可能となる。

なお、回動体21には電圧がかからないため、チャージの移動によって動作不良等が生じるといった虞れもなく、その点で信頼性の高いアクチュエータを得ることができる。

次に、マイクロマシニング技術を用いて作製される、この図1に示した磁気アクチュエータの作製方法を図8乃至10を参照して工程順に説明する。なお、図

8乃至10は図1におけるYY断面を示している。

【0017】

(1) 二酸化シリコン層41の両面にシリコン層42, 43が配置されてなる多層構造のSOI基板44を用意する。

(2) SOI基板44を熱酸化し、表裏両面に二酸化シリコン層45, 46を形成する。

(3) 表面側の二酸化シリコン層45上にCVD装置等でポリシリコン層47を成膜形成する。

(4) ポリシリコン層47上にCVD装置等で二酸化シリコン層48を成膜形成する。

【0018】

(5) 二酸化シリコン層48上にフォトリソグラフィにより、回動体の基体、トーションヒンジ、支持台パターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層48をエッティングする。

(6) ポリシリコン層47をRIE装置等により二酸化シリコン層48のパターンをマスクとしてエッティングする。

(7) 表面側の二酸化シリコン層45, 48をRIE装置等で除去した後、ポリシリコン層47及びシリコン層42上にCVD装置等で再度、二酸化シリコン層49を成膜形成する。

【0019】

(8) 二酸化シリコン層49上にフォトリソグラフィにより、移動体の基体、支持ビーム、基台、可動歯電極、固定歯電極、支持台パターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層49をエッティングする。

(9) シリコン層42をRIE装置等により二酸化シリコン層49のパターンをマスクとしてエッティングする。その後、表面側にスパッタ装置等でニッケル等の強磁性体層51を成膜形成する。

(10) 強磁性体層51上にフォトリソグラフィにより、回動体及び移動体の枠状強磁性体膜パターンを形成し、ミリング等でそのパターン通りに強磁性体層

51をエッティングする。

【0020】

(11) 裏面側の二酸化シリコン層46上にフォトリソグラフィにより、回動体の下に永久磁石を配置する空間を形成するためのパターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層46をエッティングし、その後、二酸化シリコン層46のパターンをマスクとしてシリコン層43をエッティングする。

(12) 裏面側の二酸化シリコン層46上にフォトリソグラフィにより、ベースパターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層46をエッティングする。この際、裏面側に露出している二酸化シリコン層41もエッティング除去する。

【0021】

(13) 裏面側より二酸化シリコン層46のパターンをマスクとしてRIE装置等によりシリコン層43, 42をエッティングし、その後、二酸化シリコン層41, 49をエッティングする。これにより、図1に示した磁気アクチュエータの永久磁石27のない状態の構造が作製される。

(14) 下基板52を用意し、下基板52上にベース26を搭載固定する。また、回動体21の下部空間に位置するように永久磁石27を下基板52上に搭載固定する。以上により、図1に示した磁気アクチュエータが完成する。なお、図1においてはこの下基板52の図示は省略している。下基板52の材質は静電気によるアクチュエータの動作不良を防止するため、金属もしくはシリコン等の半導体が好ましい。

【0022】

上述した実施例では回動体21及び移動体31は共に基体22, 32表面に強磁性体膜23, 33を形成することにより、強磁性を有するものとしているが、これら回動体21や移動体31を例えれば強磁性体そのもので形成するといった構造も採用することができる。

なお、回動体21は図4における強磁性体Aで説明したように、また図1に示したように、移動体31が離れて斥力を受けない状態（初期状態）でも、所定の

角度、回動した状態となっているが、例えば回動体21のトーションヒンジ24によって支持されている支持端と反対側の遊端上に、適当な質量をレジストや金属によって付加することによって初期状態における角度を調整することができ、水平とすることもできる。

【0023】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明による磁気アクチュエータによれば低電圧駆動で大きな駆動角度を得ることができる。

また、回転駆動される回動体は、それ自体には電圧がかからないため、例えばチャージの移動によって動作不良等が生じるといったことも発生せず、よって信頼性の高いアクチュエータを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明による磁気アクチュエータの一実施例を示す斜視図。

【図2】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その1）

。

【図3】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その2）

。

【図4】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その3）

。

【図5】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その4）

。

【図6】

強磁性体の好ましい形状例を説明するための図。

【図7】

この発明による磁気アクチュエータを模式的に示した図。

【図8】

図1に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その1）。

【図9】

図1に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その2）。

【図10】

図1に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その3）。

【図11】

従来の、トーションヒンジに支えられた可動板が回動する構造のアクチュエータを示す斜視図。

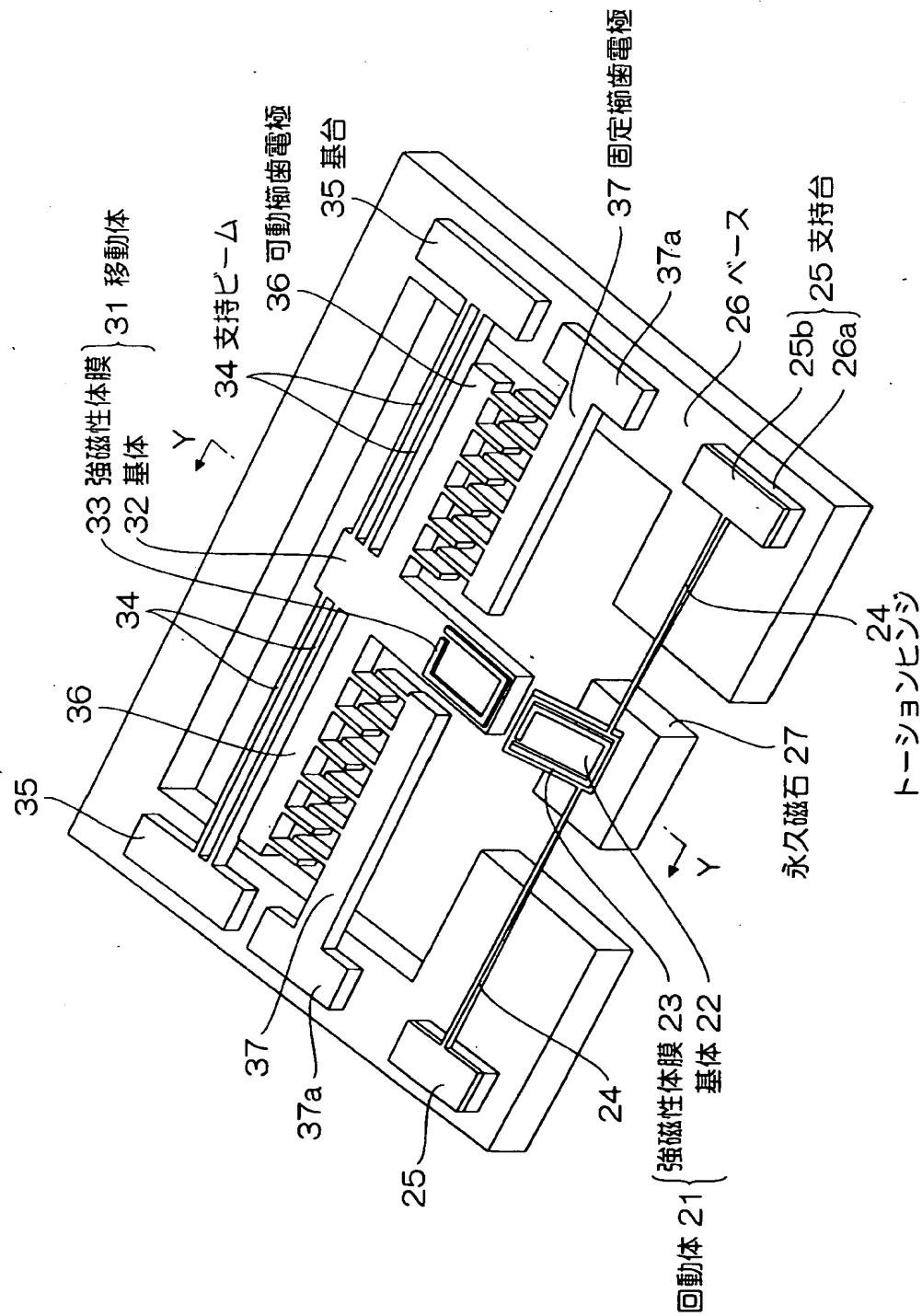
【図12】

図11の断面図。

【書類名】

図面

【図 1】



【図2】

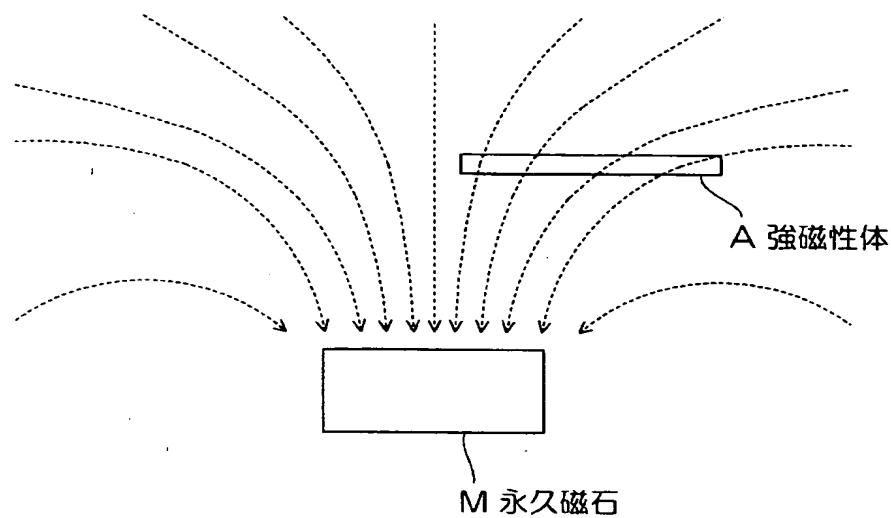


図2

【図3】

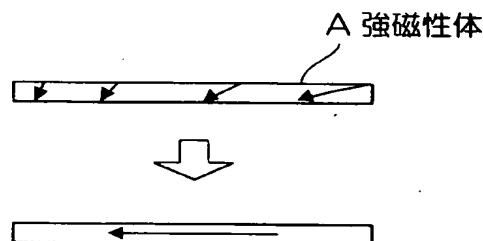


図3

【図4】

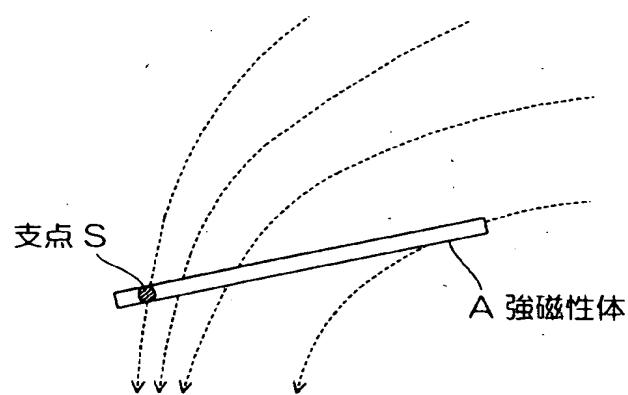


図4

【図5】

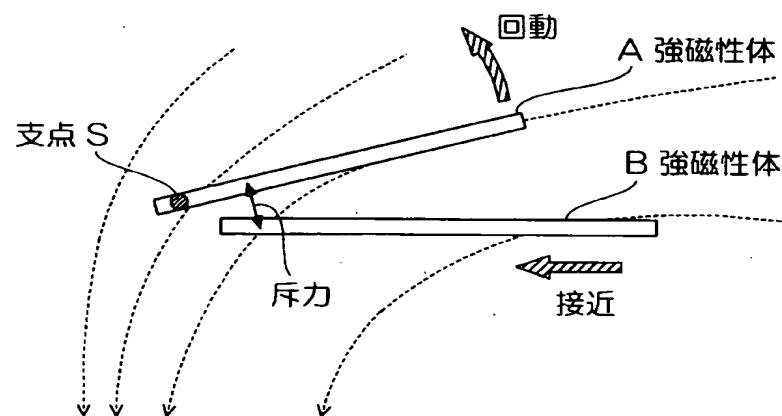


図5

【図6】

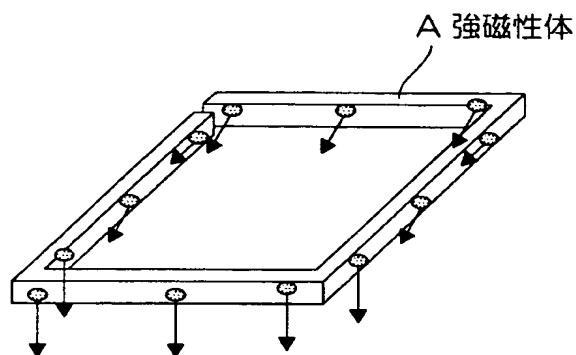


図6

【図7】

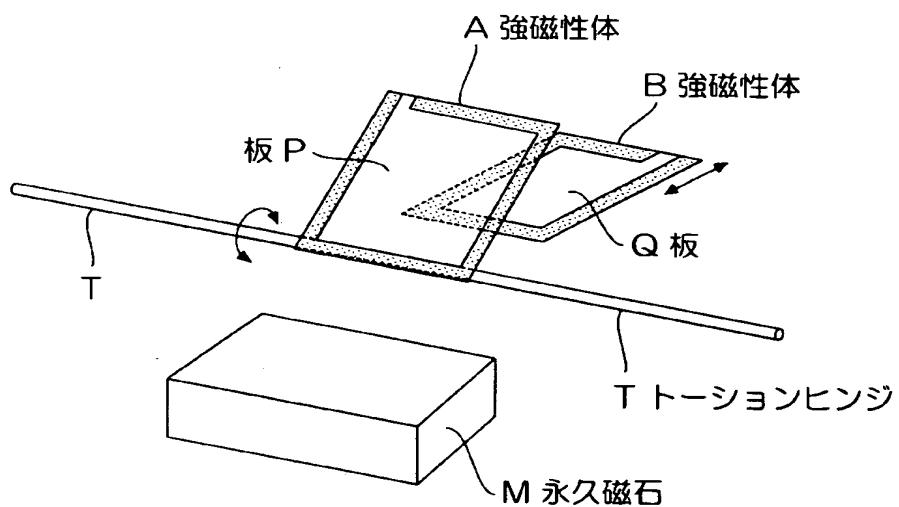


図7

【図8】

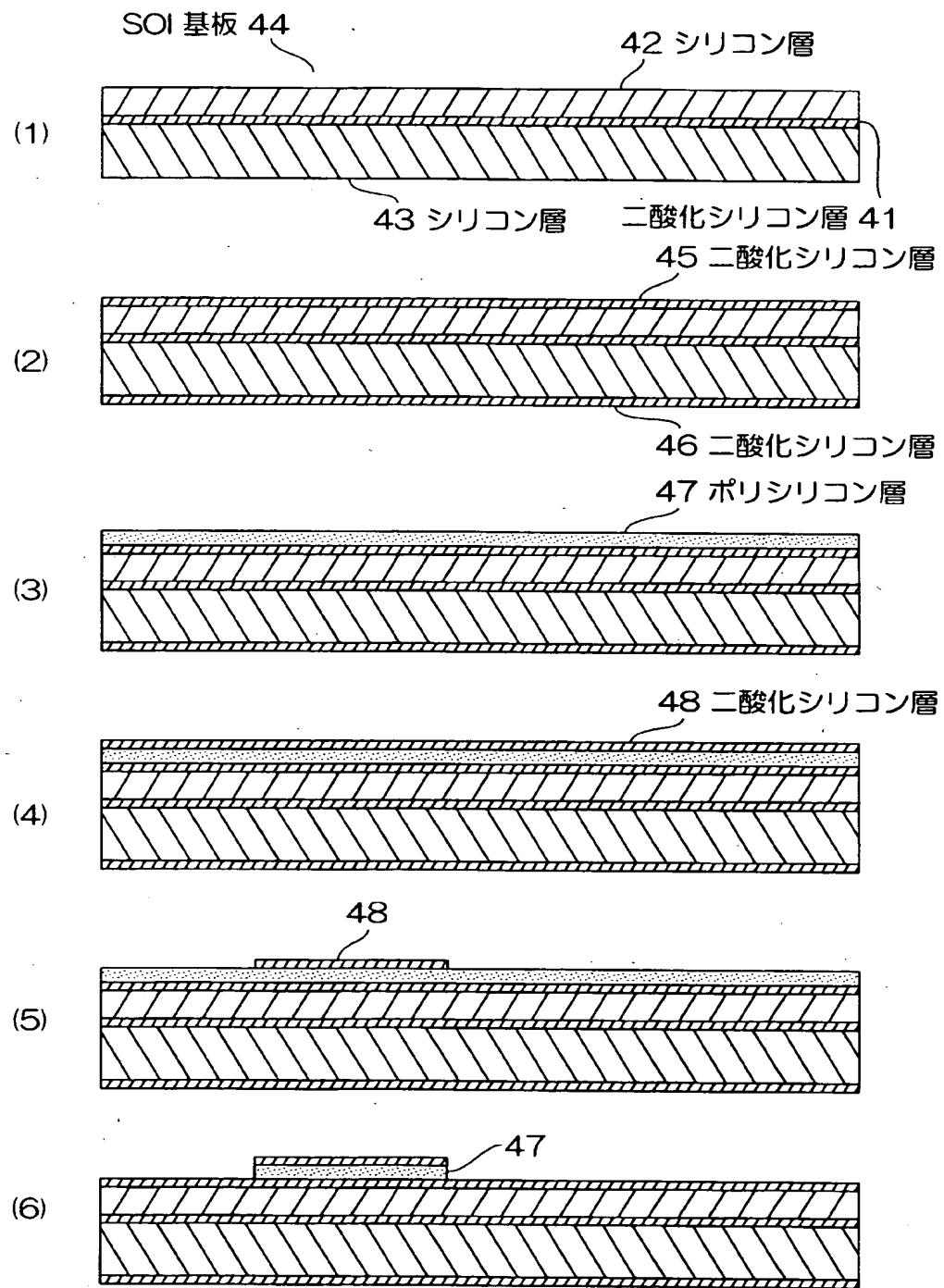


図8

【図9】

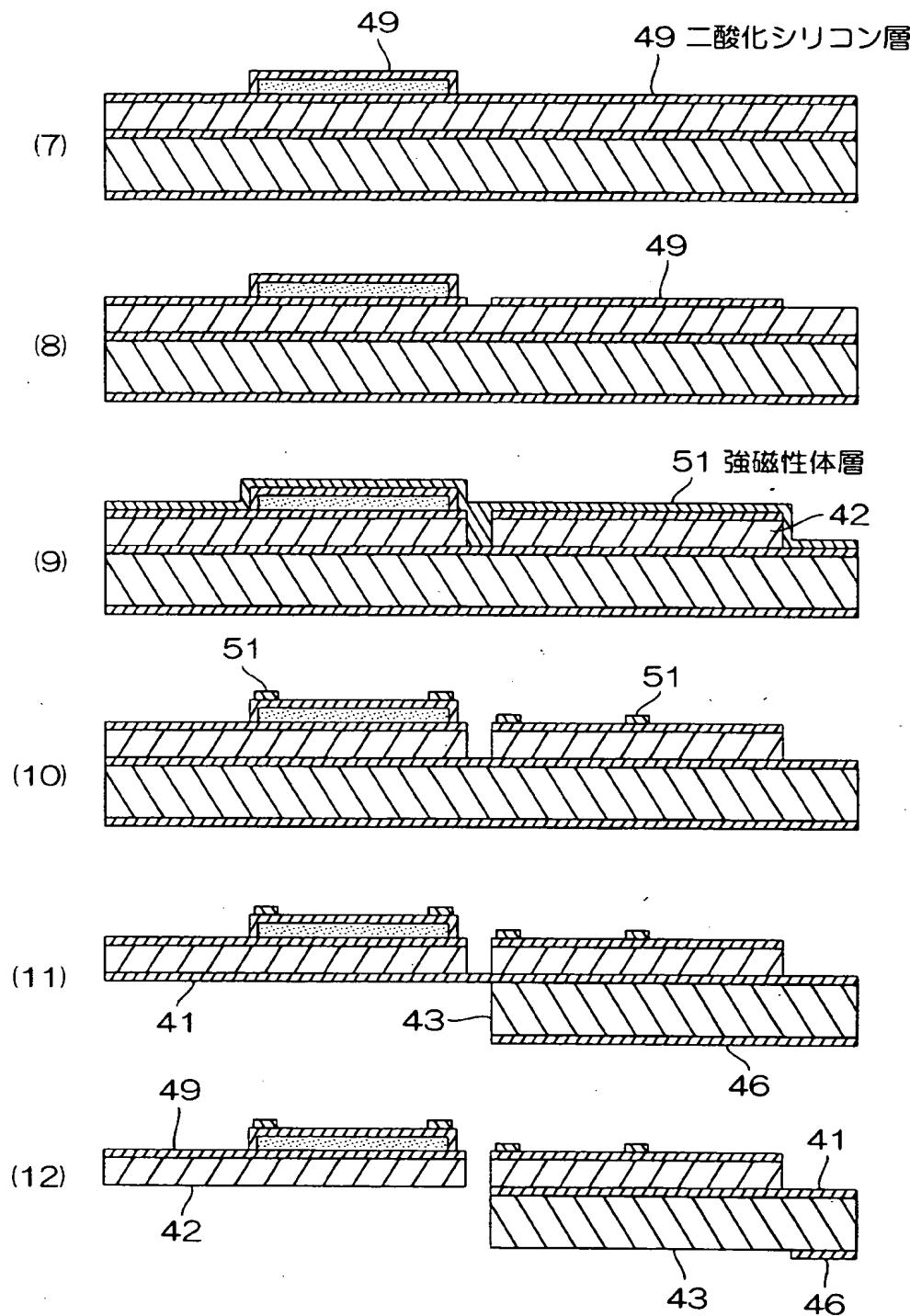


図9

【図10】

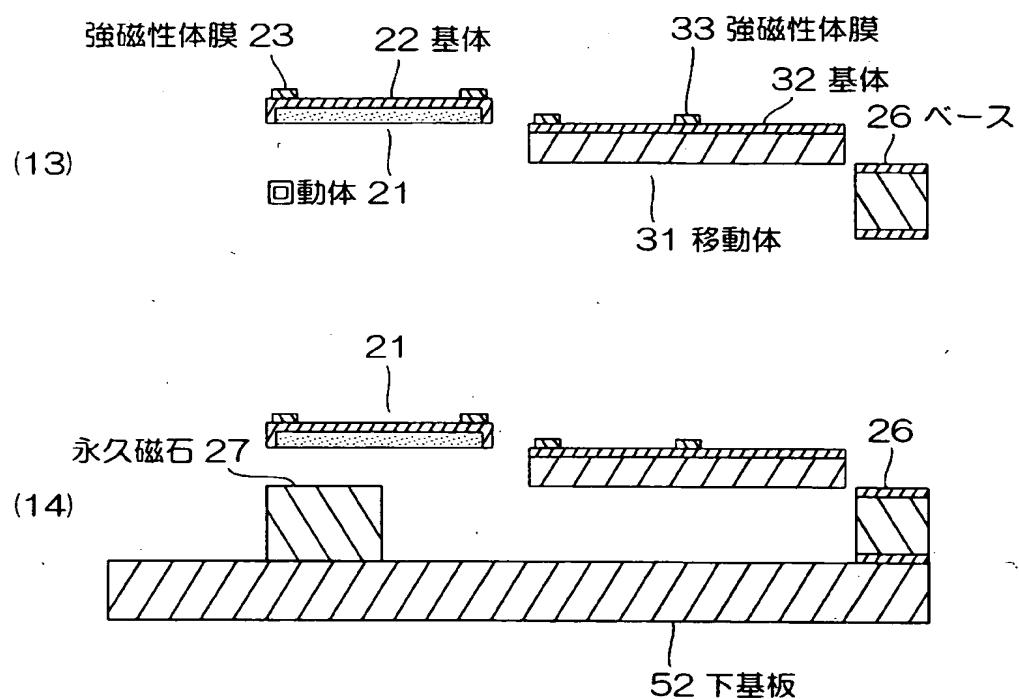


図10

【図11】

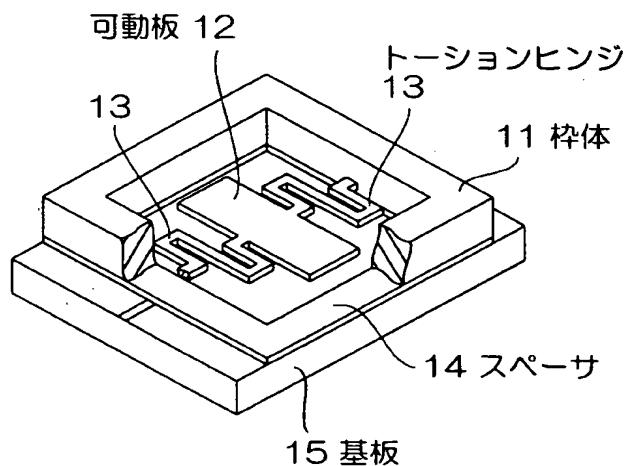


図11

【図12】

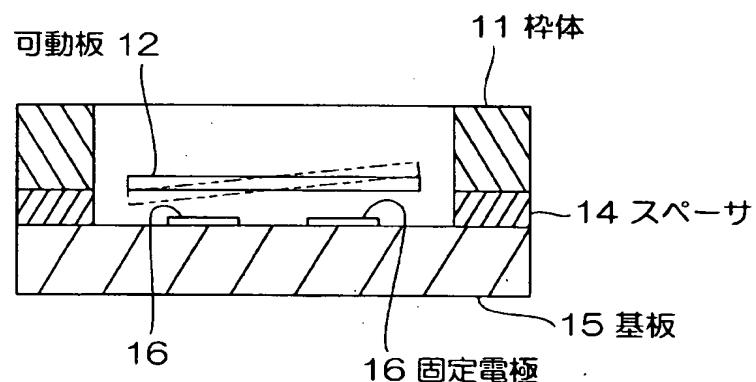


図12

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動角度が大きく、かつ低電圧駆動できる磁気アクチュエータを提供する。

【解決手段】 永久磁石27と、永久磁石27の作る磁場内に位置された回動体21と、回動体21を回動自在に支持するトーションヒンジ24と、互いに対向配置された可動歫電極36と固定歫電極37となりなる静電アクチュエータと、その静電アクチュエータによりトーションヒンジ24がなす回動軸と垂直方向に駆動されて永久磁石27と回動体21との間に出入りする移動体31となり、回動体21及び移動体31は強磁性を有し、移動体31が駆動されて回動体21に近づくことにより、それらの間に生じる斥力によって回動体21が回動する構造とする。

【選択図】 図1

特願2002-365567

出願人履歴情報

識別番号 [000231073]

1. 変更年月日 1995年 7月 5日

[変更理由] 住所変更

住所 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号
氏名 日本航空電子工業株式会社